

PCT

WELTOORGANISATION FÜR GEISTIGES EIGENTUM  
Internationales Büro



INTERNATIONALE ANMELDUNG VERÖFFENTLICHT NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE  
INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT)

(51) Internationale Patentklassifikation <sup>6</sup> : <b>G01R 15/20</b>	A1	(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: <b>WO 96/33417</b>  (43) Internationales Veröffentlichungsdatum: <b>24. Oktober 1996 (24.10.96)</b>
(21) Internationales Aktenzeichen: <b>PCT/DE96/00664</b>	(81) Bestimmungsstaaten: CA, CN, JP, US, europäisches Patent (AT, BE, CH, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).	
(22) Internationales Anmeldedatum: <b>16. April 1996 (16.04.96)</b>	Veröffentlicht <i>Mit internationalem Recherchenbericht. Vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche zugelassenen Frist. Veröffentlichung wird wiederholt falls Änderungen eintreffen.</i>	
(30) Prioritätsdaten: <b>195 14 342.6 18. April 1995 (18.04.95) DE</b>		
(71) Anmelder ( <i>für alle Bestimmungsstaaten ausser US</i> ): <b>SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT [DE/DE]; Wittelsbacherplatz 2, D-80333 München (DE).</b>		
(72) Erfinder; und		
(75) Erfinder/Anmelder ( <i>nur für US</i> ): <b>MAIER, Reinhard [DE/DE]; Anna-Herrmann-Strasse 54, D-91074 Herzogenaurach (DE). BULST, Wolf-Eckhart [DE/DE]; Hermann-Pünder-Strasse 15, D-81739 München (DE). OSTERTAG, Thomas [DE/DE]; Buchenlandweg 7, D-89075 Ulm (DE). SCZESNY, Oliver [DE/DE]; Erdingerstrasse 9, D-85609 Aschheim (DE). SCHELTER, Wolfgang [DE/DE]; Eichendorffstrasse 7, D-91080 Uttenreuth (DE). REINDL, Leonhard [DE/DE]; Edlingerstrasse 74, D-83071 Stephan-skirchen (DE). RUILE, Werner [DE/DE]; Klarastrasse 5, D-80636 München (DE). SCHOLL, Gerd [DE/DE]; Neustätter Strasse 3, D-80636 München (DE). MICHEL, Jürgen [DE/DE]; Waldtruderinger Strasse 4, D-81827 München (DE).</b>		
(54) Title: <b>RADIO-INTERROGATABLE CURRENT TRANSFORMER USING SURFACE WAVE TECHNOLOGY FOR HIGH-VOLTAGE INSTALLATIONS</b>		
(54) Bezeichnung: <b>FUNKABFRAGBARER, IN OBERFLÄCHENWELLENTECHNIK AUSGEFÜHRTER STROMWANDLER FÜR HOCHSPANNUNGSANLAGEN</b>		
(57) Abstract		
The current transformer of the invention for high/medium voltage installations has a magneto-sensitive device which is connected to a surface wave structure as a terminating element of a surface wave arrangement. The reply signal of the surface wave arrangement is the information on current intensity/direction and phase of the current momentarily flowing in the installation which is evaluated by the ground station. Radio transmission means that there are no electrical insulation problems and the use of a radio-interrogatable surface wave arrangement makes the section of the whole current transformer at high potential a passive component thereof.		

(57) Zusammenfassung

Der erfindungsgemäße Stromwandler für Hoch-/Mittelspannungsanlagen ist mit einem magneto-sensitiven Element ausgerüstet, das als Abschluß einer Oberflächenwellenstruktur einer Oberflächenwellenanordnung mit dieser Oberflächenwellenstruktur verbunden ist. Das Antwortsignal der Oberflächenwellenanordnung ist die Information über Stromstärke/-richtung und Phase des momentan in der Anlage fließenden Stromes, die von der Bodenstation ausgewertet wird. Durch die Funkübertragung gibt es kein elektrisches Isolationsproblem, und die Verwendung einer funkabfragbaren Oberflächenwellenanordnung macht den auf hohem Potential liegenden Teil des gesamten Stromwandlers zu einem passiven Element desselben.

**LEDIGLICH ZUR INFORMATION**

Codes zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäß dem PCT veröffentlichen.

AM	Armenien	GB	Vereinigtes Königreich	MX	Mexiko
AT	Österreich	GE	Georgien	NE	Niger
AU	Australien	GN	Guinea	NL	Niederlande
BB	Barbados	GR	Griechenland	NO	Norwegen
BE	Belgien	HU	Ungarn	NZ	Neuseeland
BF	Burkina Faso	IE	Irland	PL	Polen
BG	Bulgarien	IT	Italien	PT	Portugal
BJ	Benin	JP	Japan	RO	Rumänien
BR	Brasilien	KE	Kenya	RU	Russische Föderation
BY	Belarus	KG	Kirgisistan	SD	Sudan
CA	Kanada	KP	Demokratische Volksrepublik Korea	SE	Schweden
CF	Zentrale Afrikanische Republik	KR	Republik Korea	SG	Singapur
CG	Kongo	KZ	Kasachstan	SI	Slowenien
CH	Schweiz	L1	Liechtenstein	SK	Slowakei
CI	Côte d'Ivoire	LK	Sri Lanka	SN	Senegal
CM	Kamerun	LR	Liberia	SZ	Swasiland
CN	China	LK	Litauen	TD	Tschad
CS	Tschechoslowakei	LU	Luxemburg	TG	Togo
CZ	Tschechische Republik	LV	Lettland	TJ	Tadschikistan
DE	Deutschland	MC	Monaco	TT	Trinidad und Tobago
DK	Dänemark	MD	Republik Moldau	UA	Ukraine
EE	Estonland	MG	Madagaskar	UG	Uganda
ES	Spanien	ML	Mali	US	Vereinigte Staaten von Amerika
FI	Finnland	MN	Mongolei	UZ	Usbekistan
FR	Frankreich	MR	Mauretanien	VN	Vietnam
GA	Gabon	MW	Malawi		

**Beschreibung**

- Funkabfragbarer, in Oberflächenwellentechnik ausgeführter  
5 Stromwandler für Hochspannungsanlagen
- Die Erfindung bezieht sich auf einen Stromwandler, der zur Stromstärkemessung an/in auf Hoch-/Mittelspannung liegenden elektrischen Einrichtungen, wie z.B. Freileitungen, Kabel,  
10 Umspanneinrichtungen, Wandler und dergleichen verwendet wird. Ein die Erfindung betreffender Stromwandler ist in Oberflächenwellentechnik ausgeführt, nämlich weist als wesentliches Bauelement eine elektroakustische Oberflächenwellenanordnung mit Oberflächenwellenstrukturen auf.
- 15 Für die Erfindung einschlägige Oberflächenwellenanordnungen sind bekannt aus WO 93/13495, WO/CH93/00252, US-A-3,273,146, US-A-4,725,841, US-A-4,620,191.
- 20 In den genannten Druckschriften sind Aufbau- und Betriebsweisen verschiedenartiger Oberflächenwellenanordnungen beschrieben, die alle gemeinsam haben, daß mittels eines Interdigitalwandlers aus einem elektrischen Signal in einem piezoelektronischen Substratkörper Oberflächenwellen erzeugt werden, die  
25 sich im Regelfall im wesentlichen senkrecht zur interdigitalen Ausrichtung der Wandterelektroden in der Oberfläche des Substratkörpers ausbreiten. Mit einem zweiten Interdigitalwandler, der auch der bereits voranstehend beschriebene Wandler in Doppelfunktion sein kann, ist es möglich, aus der  
30 Oberflächenwelle ein charakteristisch verändertes Hochfrequenzsignal zurückzugewinnen. Wie im Stand der Technik beschrieben, kann eine solche Oberflächenwellenanordnung noch weitere Strukturen wie Reflektorstrukturen, weitere Wandlerstrukturen usw. umfassen, die z.B. auch disperse Anordnung  
35 der Reflektor-/Wandlerfinger, codierte Anordnung der Finger und dgl. aufweisen können.

W sentlicher Gesichtspunkt und Inhalt der vorliegenden Erfindung ist, daß der Stromwandler ein funkabfragbares, passives, d.h. keine (galvanische) Stromzuführung erforderndes Sensor-  
teil in Oberflächenwellentechnik hat, dem von einem ortsent-  
fernten Hochfrequenzsender ein Hochfrequenzsignal, z.B. ein  
5 Burst-Impuls, ein FM-CW-Signal, ein gechirpter Impuls und dgl. zugesandt wird. Die Oberflächenwellenanordnung des Sensor-  
teils, d.h. deren Eingangswandlerstruktur ist dazu mit einer Antenne zum Funk-Empfang dieses zugesandten Impulses ausgerü-  
10 stet. Eine entsprechende Antenne, die mit einer zweiten Wandlerstruktur der Oberflächenwellenanordnung verbunden ist oder im bereits erwähnten Falle einer Wandlerstruktur mit Doppel-  
funktion dieselbe Antenne ist, wird dazu verwendet, das Impulsantwortsignal der Oberflächenwellenanordnung zurückzusen-  
15 den, das in einem ortsentfernten Empfänger zu empfangen ist. Das zurückgesandte Impulsantwortsignal ist im Regelfall ge-  
genüber dem von der Oberflächenwellenanordnung empfangenen Signal verschieden, nämlich entsprechend dem zu ermittelnden Stromstärke-Meßwert, und zwar dies durch entsprechende physi-  
20 kalische Einwirkung auf die Oberflächenwellenanordnung.

Funkabfragbare Oberflächenwellenanordnungen werden bereits z.B. in Gebührensystemen an Autostraßen, -tunneis und dgl. benutzt, wo es jedoch auf die Detektierung vorprogrammierter 25 individueller Kodierung des Impulsantwortsignals zur Objekt-Identifizierung ankommt. Auch in der Meßtechnik sind funkabfragbare Oberflächenwellenanordnungen verwendet worden, wobei diese im Regelfall als Verzögerungsleitungen aufgebaut sind und für den Meßzweck Maßnahmen ergriffen sind, daß die zu er-  
30 mittelnde Meßgröße in der Oberflächenwellenanordnung eine Laufzeitveränderung der akustischen Welle bewirkt. Diese Laufzeitveränderung kann auf einem von einer (quer zur Lauf-richtung der Oberflächenwelle gerichteten) elektrischen Feld im Substratkörper beruhen, das z.B. durch piezoelektrischen 35 Effekt im entsprechenden Teilbereich des Substratkörpers Laufzeitveränderung herbeiführt (EP 0166065). Es ist z.B. ein Temperatursensor mit Änderung der Laufzeit der Welle bekannt

(EP 0465029). Eine Anordnung, die eine Widerstandsveränderung einer auf der Oberfläche des Substratkörpers der Oberflächenwellenanordnung angebrachten organischen Schicht ausnutzt, eignet sich zur Messung einer Oberflächenbeladung dieser

5 Schicht, z.B. mit einer zu identifizierenden/quantitativ zu messenden chemischen Substanz (Electronics Letters, Band 23 (1987) Nr. 9 S. 446/447). Auch ist ein einschlägiger Druckmesser bekannt, bei dem die im Material des Substratkörpers der Oberflächenwellenanordnung druckabhängig veränderte me-

10 chanische Eigenschaft des Körpers, z.B. Biegung, eine Laufzeitveränderung der akustischen Welle bewirkt und zur Meßwerttermittlung nutzbar macht (Proceedings IEEE, Band 64 (1976) S. 754-6). Bei den hier letztgenannten Anordnungen ist jedoch ein Fernabfragen per Funk nicht vorgesehen. Ebenfalls für

15 sich genommen sind in anderem Zusammenhang magneto-sensitive Sensoren z.B. aus DE-A-3828005 und aus "Magneto-resistive Sensoren, Grundlagen ...", Vorträge zum Symposium 25.6.92 Dortmund, Dienstleistungszentrum MIOK, Institut für angewandte Physik Universität Jena bekannt.

20 Es ist eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein neues Anwendungsgebiet für eine funkabfragbare, fernabfragbare Sensorscheinrichtung mit Oberflächenwellen-anordnung anzugeben, die zusätzlich in einer auf das ausgewählte Anwendungsgebiet besondere angepaßten Art und Weise ausgestaltet ist. Aus der Sicht des Ingenieurs der Starkstromtechnik und insbesondere der (elektrischen) Energieverteilung gesehen, liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, einen vorteilhaften Stromwandler zur Messung von (Stärke und Phase von) Strömen in auf hoher Spannung liegenden Einrichtungen anzugeben.

25 Eine solche Aufgabe wird gemäß Patentanspruch 1 gelöst mit einem Stromwandler, der zur Stromstärkemessung an/in auf Hochspannung/Mittel-spannung liegenden elektrischen Einrichtungen geeignet ist, und der aufweist:

30 eine Oberflächenwellenanordnung mit Oberflächenwellenstrukturen und (wenigstens) einer Antenne,

(wenigstens) ein magneto-sensitive Element,  
einen Hochfrequenz-Sender und -Empfänger mit Sende- und Emp-  
fangsanenne und elektronischer Auswerteeinrichtung,  
wobei bei diesem Stromwandler das (ein) magneto-sensitive(s)  
5 Element, das dem magnetischen Feld des zu messenden Stromes  
auszusetzen ist, mit einer Oberflächenwellenstruktur gekop-  
pelt ist, und der Sender zur Funk-Aussendung eines Abfrageim-  
pulses und der Empfänger mit seiner Auswerteeinrichtung zum  
Funk-Empfang und zur Auswertung der vom augenblicklichen Ma-  
10 gnetfeld beeinflussten Änderung der Impulsantwort der Ober-  
flächenwellenanordnung dient.

Mit der Erfindung ist in einfacher Weise eine potentialfreie  
Messung mit auf Erdpotential befindlicher Auswerteeinheit in  
15 Hochspannungs-/Mittelspannungs-Anlagen möglich. Insbesondere  
ist die erfindungsgemäße Einrichtung sehr störunempfindlich,  
wartungsfrei und hat eine lange Lebensdauer. Der auf Hoch-  
spannungspotential liegende Sensoranteil der Einrichtung hat  
nur geringe Baugröße und geringes Gewicht. Eine erfindungsge-  
20 mäße Einrichtung bedarf auch keiner besonderen Justierung  
oder sonstiger Ausrichtung der einerseits auf Hochspannungs-  
potential liegenden und andererseits der auf Erdpotential  
liegenden Anteile der Einrichtung.

25 Das magneto-sensitive Element ist vorzugsweise ein magneto-  
resistives elektrisches Element (magnetfeldabhängige Impe-  
danz), das mit wenigstens einer der Oberflächenwellenstruktu-  
ren der Oberflächenwellenanordnung elektrisch verbunden ist.  
Es kann auch eine Schicht oder ein Träger aus magneto-strik-  
30 tivem Material vorgesehen sein, die/der durch Aufbringen auf  
der Oberseite oder Unterseite des Substratkörpers mit der  
Oberflächenwelle der Oberflächenwellenstruktur mechanisch ge-  
koppelt ist.

35 Weitere Erläuterungen der Erfindung werden anhand der beige-  
fügten Figuren gegeben.

Figur 1 zeigt eine prinzipielle Darstellung eines einfachen Beispiels eines erfindungsgemäßen Stromwandlers in einer beispielsweisen Betriebsanordnung,

Figur 2 zeigt eine vorteilhafte Ausgestaltung eines Ausführungsbeispiels auf der Basis des Beispiels der Figur 1,

Figur 3 und 3a zeigen weitere Beispiele eines erfindungsgemäßen Stromwandlers,

Figur 4 zeigt eine besondere Ausgestaltung eines Stromwandlers des Beispiels der Figur 3,

Figur 5 zeigt ein Beispiel eines erfindungsgemäßen Stromwandlers in einem Stromkabel,

Figuren 6, 7 und 8 zeigen spezielle Ausführungsformen der Oberflächenwellenanordnung für einen erfindungsgemäßen Stromwandler,

Figuren 9 und 10 zeigen Ausführungsformen eines erfindungsgemäßen Stromwandlers, der eine magneto-striktive Schicht/Trägerplatte als magneto-sensitives Element hat.

In Figur 1 ist mit 1 eine Hochspannungsleitung bezeichnet, wie sie z.B. als Leiterseil an Hochspannungsmasten verwendet wird. Im stromdurchflossenen Zustand der Leitung 1 ist um diese ein ringförmiges Magnetfeld M erzeugt, das bei einem Wechselstrom periodisch seine Umlaufrichtung ändert. Um im Bereich des erfindungsgemäßen Sensors eine definierte Führung dieses Magnetfeldes M zu haben, ist ein Weicheisenring 3 mit Magnetspalt vorgesehen. In dessen Wirkungsbereich ist beim Beispiel der Figur 1 als magneto-resistives Element ein Magnetwiderstand 12 angeordnet. Dieser Magnetwiderstand kann z.B. eine bekannte Feldplatte sein, die magneto-resistive Eigenschaft hat.

Die Oberflächenwellenanordnung 21 hat beim Beispiel der Figur 1 eine sehr einfache Ausgestaltung, an der jedoch das Wesentliche der Wirkungsweise einer bei der Erfindung verwendeten Oberflächenwellenanordnung erläutert werden kann. Mit 22 ist

der bekanntermaßen piezoelektrische Körper der Oberflächenwellenanordnung 21 bezeichnet. Auf der einen Oberfläche dieses Körpers 22 ist eine interdigitale Wandlerstruktur 23 in bekannter Weise angeordnet. Mit 24 ist die aus zwei Dipolhälften bestehende Antenne bezeichnet. Es können aber auch andere einschlägige Antennenstrukturen, wie z.B. eine Patch-Antenne, Schleifenantenne oder dergleichen, vorgesehen sein. Ein hochfrequentes Abfragesignal 300 wird von dieser Antenne 24 aufgenommen und die zwischen den beiden Dipolen auftretende elektrische Hochfrequenzspannung speist die beiden interdigitalen Fingerstrukturen des Wandlers 23. Die mit dem Wandler 23 als Eingangswandler erzeugte Oberflächenwelle 25 läuft auf/in der Oberfläche des Substratkörpers 22. Eine solche Welle ist mit 25 schematisch angedeutet. Sie gelangt auf ihrem Weg auch in den Wirkungsbereich der Struktur 26, die aufgrund ihrer Finger als Reflektor für die Welle 25 wirksam ist. Da die Struktur 26 jedoch (ebenfalls) als interdigitale Fingerstruktur ausgeführt ist und an deren beide Interdigitalstrukturen das magneto-resistive Element 12, wie aus der Figur 1 ersichtlich, elektrisch angeschlossen ist, wird in der Struktur 26 vermöge der akustischen Oberflächenwelle zusätzlich auch eine elektrische Hochfrequenzspannung erzeugt, zu der das magneto-resistive Element 12 als elektrischer Abschlußwiderstand wirksam ist. Da von der Amplitude des Magnetfeldes B abhängig der elektrische Widerstand des Elementes 12 sich ändert, wirkt sich eine Amplitudenänderung des Magnetfeldes B als Änderung des elektrischen Abschlußwiderstandes der Struktur 26 aus. Es bildet sich eine Beeinflussung aus, die allerdings nur im Extremfall zwischen sehr hohohmigem Abschlußwiderstand und nahezu Kurzschlußabschlußwiderstand liegt, und zwar abhängig von der Amplitude des Magnetfeldes B, d.h. abhängig von der Stärke des dieses Magnetfeld erzeugenden, in der Leitung 1 fließenden Stromes. Durch passend gewählte Dimensionierung der elektrischen Werte des Elementes 12 kann ein jeweils günstiger Meßgröße-Bereich des magnetfeldgesteuerten Abschlußwiderstandes eingestellt werden. Das Impulsantwortsignal ist mit 310 bezeichnet.

Mit anderen Worten, wirkt das Element 12 also als Abschlußimpedanz, worin ein neues Merkmal der Erfindung liegt.

- 5 In der bekannten P-Matrix-Darstellung eines Wandlers läßt sich die Reflexion dieses Wandlers als Funktion seines elektrischen Abschlusses folgendermaßen darstellen:

$$P_{11}(Y_{Last}) = P_{11}(SC) + 2 \cdot \frac{P_{13}^2}{(P_{33} + Y_{Last})}$$

10

worin  $P_{11}(SC)$  der Kurzschluß-Reflexionsfaktor,  $P_{13}$  die elektroakustische Konversion,  $P_{33}$  die Wandleradmittanz und  $Y_{Last}$  die Abschlußadmittanz sind.

- 15 Es ist zweckmäßig, (jeweils) eine schmalbandige Antenne vorzusehen, um die Einrichtung gegen sonstige elektromagnetische Störungen zu schützen.

- In Figur 1 ist im Flußkreis des Eisenkernes 3 noch ein Permanentmagnet 4 mit den Polen N und S eingefügt. Dieses Permanentmagnetfeld ist im Spalt 5 einem periodischen Magnetfeld überlagert, das dem Wechselstrom entspricht, der in der Leitung 1 fließt. Mit dem Permanentmagnetfeld kann der Arbeitspunkt der Anordnung so geändert werden, daß der magnetische Fluß im Spalt 5 selbst bei größter Stromstärke in der Leitung 1 keinen Null-Durchgang erfährt, d.h. eine Arbeitspunktverschiebung erzielt ist. Damit läßt sich also gleichbleibend gerichteter (jedoch amplitudenmäßig von der Stromstärke abhängiger) Magnetfluß  $B$  im Spalt 5 erzielen, was ermöglicht,
- 20 auch die Flußrichtung des zu messenden Stromes mitzubestimmen.
- 25

- Eine für die Praxis vorteilhafte Verbesserung zeigt die Figur 2 in wiederum schematischer Weise. In Figur 2 sind zwei wie 30 in Figur 1 dargestellte Anordnungen an in und derselben Stromleitung 1 vorgesehen. Diese beiden Anordnungen unter-

scheiden sich voneinander darin, daß der Permanentmagnet 14 der zweiten Anordnung gegenüber dem Permanentmagneten 4 entgegengesetzt gepolt ist. Es ist also in beiden Anordnungen eine Arbeitspunktverschiebung bewirkt, und zwar in der zweiten Anordnung hinsichtlich der Flußrichtung B im Spalt 15 entgegengesetzt der Flußrichtung im Spalt 5. Die gemeinsame Auswertung dieser beiden, entgegengesetzten Arbeitspunkt-verschobenen Änderungen im Bereich der beiden magneto-resistiven Elemente als Abschlußwiderstände in den beiden Anordnungen 21 und 21', d.h. das Auftreten gegenphasiger Meßsignale an den Dipolen der Antennen 24 und 124 führt zu noch besserem Ergebnis. Im Auswertegerät wird die Differenz der beiden Impulsantworten der beiden Oberflächenwellen-anordnungen 21 und 21' ausgewertet. Dies bewirkt, daß sonstige störende Einflüsse minimiert sind.

Auf der Basis der Erfindung läßt sich eine weitere Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Stromwandlers angeben, der wiederum zugleich Stromstärke und Stromrichtung zu ermitteln gestattet. Die Figur 3 zeigt eine solche Ausführung mit einem von transformatorischen Umwandlern her bekannten Ringkern 103 aus ferromagnetischem Material mit darauf befindlicher Ringkernwicklung 104. Die beiden Anschlüsse a und b dieser Wicklung 104 sind mit einer zu diesen Anschlüssen parallel liegenden spannungsabhängigen Impedanz VDX verbunden. Diese spannungsabhängige Impedanz bildet zusammen mit der Wicklung 104 im Sinne der Erfindung ein magneto-sensitives Element, das die dem betreffenden Oberflächenwellenwandler hinzugeschaltete Abschlußimpedanz ist (wie sie bei den Ausführungsformen der Figuren 1 und 2 vorgesehen ist). Die Oberflächenwellenanordnung 121 des Ausführungsbeispiels der Figur 3 hat wiederum den Eingangs-/Ausgangswandler 23 mit der damit verbundenen Antenne 24. Zur Detektion der Stromrichtung des zu messenden, in der Hochspannungsleitung 1 fließenden Stromes, ist der weitere Wandler 126 der Oberflächenwellenanordnung 121 vorgesehen, der mit einem Schalter 1126 verbunden ist. Je nach Vorzeichen/Richtung der an der Impedanz VDX anliegenden

elektrischen Spannung, ist dieser Schalter 1126 geschlossen oder geöffnet, d.h. der Wandler 126 offen oder kurzgeschlossen. Die Oberflächenwellenanordnung 121 ermöglicht somit, aus der vom Wandler 23 ausgesandten und von diesem wieder empfangenen akustischen Welle aus dem von der augenblicklichen Größe der Impedanz VDX abhängigen Reflexionsvermögen des Wandlers 26 den Betrag und aus der Laufzeitbeeinflussung im offenen oder kurzgeschlossenen Wandler 126 Betrag und Richtung des im Leiter 1 momentan fließenden elektrischen Stromes zu ermitteln.

Die Figur 3a zeigt eine zur Figur 3 zusätzliche Ausgestaltung zur Ermittlung von Betrag und Richtung des Stromes. Mit 105 ist eine Brücken-Gleichrichterschaltung und mit 106 ein Transistor bezeichnet. Wie aus der Figur 4 ersichtlich, sind der eine Wandler 26 und der zusätzliche Wandler 126 mit der Schaltung 105/106 verbunden. Die Schaltung 105 liefert den momentanen Betrag und der als Schalter wirksame Transistor 106 das Vorzeichen des augenblicklich gemessenen Stromes.

Die Figur 4 zeigt eine Ausführungsform bei der gegenüber der Figur 3 die Impedanz VDX (und der Schalterkreis) entfällt und die magnetfeldabhängige Spannung der Spule 104 direkt an ein Elektrodenpaar 526 angelegt ist, mit dem im Substrat 22 der Oberflächenwellenanordnung im Bereich der Ausbreitungsstrecke 25 der akustischen Welle eine Elektrostriktion im piezoelektrischen Material erzeugt wird. Diese von der jeweiligen Höhe der anliegenden Spannung abhängige Striktion bewirkt als Sensorseffekt eine davon abhängige Laufzeitbeeinflussung der Oberflächenwellenanordnung.

Die Figur 5 zeigt eine der Erfindung gemäß Ausführungsform für die Anwendung bei einem Hochspannungskabel. Mit 31 ist der Außenleiter und mit 32 der koaxial angeordnete Innenleiter des Kabels 30 bezeichnet. Im Raum zwischen Innenleiter und Außenleiter befindet sich ein Isolationsmittel, z.B. SF<sub>6</sub>. Ein erfindungsgemäßer Stromwandler mit seinem magneto-sensi-

tiven Element und seiner Oberflächenwellenanordnung ist als Wandler 33 auf der Oberfläche des Innenleiters als Wandler 33 oder alternativ (um mögliche Überschläge zu vermeiden) als Wandler 33' innen an der Wand des Innenleiters angebracht.

5 Die Figur 5 zeigt lediglich ein Prinzipbild der Oberflächenwellenanordnung 33 mit den Dipolhälften der Antenne 34. Um Funk-Abfragung durchführen zu können, ist im Außenleiter und gegebenenfalls auch im Innenleiter des Kabels (je ein Schlitz 35, 35') für das Hindurchtreten des funksignals ins Kabelinnere vorgesehen. Mit Rücksicht auf die Gasfüllung ist ein solcher Schlitz entsprechend gasdicht mit dielektrischem Material zu verschließen. Alternativ kann das Abfragesignal auch in Form einer im Rohrleiter-Zwischenraum zwischen Innenleiter und Außenleiter ausbreitungsfähigen Hohlleiterwelle 10 zugeführt werden. Die Anregung dieser Hohlleiterwelle kann dabei auch an einem entfernteren Ort im Rohrleiter erfolgen. 15 Die Figur 5a zeigt eine Aufsicht mit aufgeschnittenem Außenleiter 31 auf die Oberfläche des Innenleiters 32 mit dem auf dieser angebrachten Stromwandler 33.

20 Wie schon in Figur 1 gezeigt, kann das magneto-sensitive Element, in Figur 1 als mäanderförmiger magnetfeldempfindlicher Widerstand dargestellt, integral mit auf dem Substratplättchen 22 der jeweiligen verwendeten Oberflächenwellenanordnung angeordnet sein. Anstatt eines solchen mäanderförmigen Widerstandes kann das magneto-sensitive Element auch ein flächenförmig ausgedehntes Element sein.

25 Die Oberflächenwellenanordnung kann auch als zusätzlicher Oberflächenwellen-Chip dem impedanzgebenden Sensor hybrid hinzugruppiert sein. Es kann (auch) von Vorteil sein, als Substrat für die Oberflächenwellenanordnung eine piezoelektrische Schicht, z.B. aus Zinkoxid, vorzusehen, die auf dem Trägersubstrat des sensitiven Elements aufgebracht ist, wobei 30 das Element z.B. ein Halbleiterelement auf bzw. in einem Siliziumsubstrat ist.

Eine solche hybride Anordnung kann insbesondere aus Montagegründen, jedoch auch aus Gründen geringerer Störempfindlichkeit vorgesehen sein.

- 5 Weitere Verbesserungen hinsichtlich der Signalauswertung lassen sich mit speziellen vorteilhaft ausgestalteten Oberflächenwellenanordnungen erzielen. Die Figur 6 zeigt eine Oberflächenwellenanordnung mit wiederum einem Substratplättchen 22 und darauf vorhandenen Oberflächenwellenstrukturen. Mit 23  
10 ist wiederum der Eingangs-/Ausgangswandler bezeichnet, an den die Dipolhälften der Antenne 24 zum Funkempfang und Funk-Rücksendung angeschlossen sind. Der mit dem magneto-sensitiven Element 12 verbundene, als Oberflächenwellenreflektor dienende Wandler 26 ist auf dem Plättchen 22 auf der einen  
15 Seite des Wandlers 23 angeordnet. Auf der dazu anderen Seite der Oberfläche des Plättchens 22 sind in Figur 6 zwei Referenz-Reflektoren 226 und 326 vorgesehen, die dazu dienen, zusätzlich zur Strommessung auch die Distanz zwischen dem Sender/Empfänger und dem Sensorelement 12 des Stromwandlers und  
20 auch die Temperatur des Sensorelements zu bestimmen. Bei im Winde schwankenden Hochspannungsleitungen ändert sich bekanntermaßen ständig die Entfernung zwischen dem mit der Leitung verbundenen Teil des erfindungsgemäßen Stromwandlers und seinem als Bodenstation aufgebautem Anteil. Für die Distanzmessung und die Temperaturmessung ist dabei davon ausgegangen,  
25 daß sich das eigentliche Sensorelement 12 ebenfalls auf dem Plättchen befindet oder diesem gegenüber in definiertem geringem Abstand positioniert ist. Mit der Bestimmung der Distanz(-änderungen) und der Temperatur des Sensorelements können beispielsweise mögliche bekannte Querempfindlichkeiten des Sensorsignals in der Signalverarbeitung eliminiert werden.  
30

- Weitere zur Signalauswertung geeignete Oberflächenwellenanordnungen zeigen die Figuren 7 und 8. Die Figur 7 zeigt eine Anordnung mit moden-gekoppelten Wandlern. Die mit 71 und 71' bezeichneten Wandler auf dem Substratplättchen 22 sind Ein-

## 12

gangs-/Ausgangswandler mit ihren Dipolhälften der Antenne 24.

Der Wandler 72 ist ebenfalls eine Oberflächenwellenstruktur, die mit den Wandlern 71, 71' moden-gekoppelt ist. Dieser moden-gekoppelte Wandler 72 ist mit dem magneto-sensitiven Element 12 verbunden und die Änderung seiner Abschlußimpedanz, d.h. die Änderung des Elements 12 im Magnetfeld, ist die wie bei den vorangehend beschriebenen Beispielen auszuwertende Meßgröße.

10 Figur 8 zeigt eine Oberflächenwellen-Resonatoranordnung.

Diese umfaßt auf dem Substrat 22 die Eingangs-/Ausgangswandler 23, 23' und den Wandler 26, der mit dem magneto-sensitiven Element wie gehabt verbunden ist. Mit 123 und 123' sind Reflektorstrukturen bezeichnet, an denen die in der Substratoberfläche verlaufende akustische Welle in sich wieder zurückreflektiert wird, so daß diese Reflektoren wie Spiegel eines Resonators wirksam sind.

20 Eine Eichung/Kalibrierung eines erfindungsgemäßen Stromwandlers erfolgt in an sich bekannter Weise, wie sie vielfach zur Eichung von quantitativ messenden Sensoren/Meßeinrichtungen Anwendung findet.

25 Bei der Auswahl des magneto-sensitiven Materials/Elements ist es vorteilhaft, ein solches mit hoher Curie-Temperatur vorzusehen, die deutlich über der maximalen Betriebstemperatur des Sensorelementes liegt. Als magneto-sensitives Material/Element eignen sich eine Feldplatte, eine (Giant) magneto-resistive Schicht, eine (Giant) magneto-striktive Schicht und dergleichen..

Als magneto-striktives Beschichtungsmaterial für den Substratkörper der Oberflächenwellenanordnung eignen sich insbesondere auch amorphe Gläser, wie z.B. Fe<sub>40</sub>Ni<sub>38</sub>Mo<sub>4</sub>B<sub>18</sub>, das hervorragende weichmagnetische Eigenschaften bei gleichzeitig sehr guten mechanischen Eigenschaften hat sowie Terfenol.

Die Figur 9 zeigt eine Oberflächenwellenanordnung mit wie schon oben erwähnter magneto-striktiver Beschichtung. Der wiederum mit 22 bezeichnete Substratkörper der Oberflächenwellenanordnung ist mit der Schicht 43 aus z.B. dem oben angegebenen Eisen-Nickel-Molybdän-Bor-Glas beschichtet. Im magnetischen Feld im Spalt 5 des weichmagnetischen Eisenringes 3 erfährt die Schicht 43 der dort positionierten Oberflächenwellenanordnung magneto-striktive Beeinflussung, die zu Laufzeitänderungen im Bereich dieser Schicht 43 für die Oberflächenwelle der Oberflächenwellenanordnung führt. Diese Laufzeitänderung ist die Meßgröße, die über die momentane Größe des Magnetfeldes die momentane Stromstärke zu ermitteln gestattet. Im übrigen arbeitet ein erfindungsgemäßer Stromwandler so, wie dies für die voranstehend beschriebenen Oberflächenwellenanordnungen und deren Signalauswertung bereits erläutert ist.

Die Figur 10 zeigt eine wiederum magneto-striktiven Effekt ausnutzende Ausgestaltung eines erfindungsgemäßen Stromwandlers. Hier befindet sich das relativ dünne Substratplättchen 22 der Oberflächenwellenanordnung auf einer vergleichsweise gleich dicken oder dickeren magneto-striktiven Trägerplatte 122. Befindet sich entsprechend erfindungsgemäßer Anwendung des Stromwandlers diese magneto-striktive Trägerplatte 122 im Wirkungsbereich des Magnetfeldes 5 der Figuren 1/2, so erfährt das Material dieser Trägerplatte 122 eine Änderung der geometrischen Abmessungen, insbesondere magnetfeldabhängige Verkürzung/Verlängerung. Eine solche Längenänderung bewirkt, daß die Substratplatte 22 mechanischer Spannungsbelastung ausgesetzt ist, die wiederum zu Laufzeitänderungen der Oberflächenwelle zwischen dem Eingangs-/Ausgangswandler 23 und einer Reflektorstruktur 1026 der eigentlichen Oberflächenwellenanordnung führt. Auch diese Laufzeitänderung kann als Meßgröße für die zu messende elektrische Stromstärke in der Hochspannungsleitung benutzt werden.

- Die Abfrage- und Auswerteeinheit eines erfindungsgemäßen Stromwandlers umfaßt einen lokalen Sendeoszillator, dessen Sendesignale schaltergesteuert über eine Endstufe und Sende-/Empfangsweiche der Antenne der Bodenstation zugeführt wird.
- 5 Von dieser Antenne wird das Signal der schon häufig erwähnten Antenne 24, 34 auf dem Funkweg zugesandt. Diese bodenständige Antenne empfängt auch das Antwortsignal der Antenne der Oberflächenwellen-anordnung. Dieses Empfangssignal läuft über einen Verstärker und einen Mischer, der vom Sendeoszillator gesteuert wird. Das in den Zwischenfrequenzbereich umgesetzte Antwortsignal wird mit einem Bandpaß gefiltert und verstärkt. Um das Signal digital auswerten zu können, wird es in einem Analog-/Digitalwandler digitalisiert und kann in einem  $\mu$ -Computer verarbeitet werden.
- 10
- 15 Das vom Magnetfeld des in der Hochspannungsleitung augenblicklich fließenden, hinsichtlich Stromstärke und Phase zu messenden Stromes beeinflusste Antwortsignal der Oberflächenwellenanordnung, das vom Empfänger der Auswerteeinheit zu empfangen ist, ist im Falle einer Resonatoranordnung eine reflektierte exponentiell abklingende Eigenschwingung. Frequenz, Phase und Abklingzeitkonstante dieser exponentiell abklingenden Eigenschwingung enthält die Information über das in dem magneto-sensitiven Element des Sensorteils der erfindungsgemäßen Einrichtung einwirkenden Magnetfeldes. Ist die Oberflächenwellenanordnung eine Verzögerungsleitung, so z.B. eine reflektive Verzögerungsleitung, so enthält das Antwortsignal der Oberflächenwellenanordnung charakteristische Echos des Abfragesignals. Die jeweilige Frequenzlage, relative Höhe, unterschiedliche Laufzeiten und/oder Phasenlagen dieses Echos enthalten die Information. Umfaßt die Oberflächenwellenanordnung eine oder mehrere disperse (gechirpte) Strukturen, so erfährt das Abfragesignal eine oder mehrere Frequenzmodulationen bevor es von dem eigentlichen Stromwandler zurückgesendet wird. Die genaue Art dieser Modulation enthält die Information.
- 20
- 25
- 30
- 35

**Patentansprüche:**

1. Stromwandler,  
geeignet zur Stromstärkemessung an/in auf Hochspannung  
5 liegenden elektrischen Einrichtungen,  
mit einer Oberflächenwellenanordnung (21) mit Oberflä-  
chenwellen-strukturen (23,26) und einer Antenne (24),  
mit einem magneto-sensitiven Element (12),  
mit einem Hochfrequenz-Sender und -Empfänger mit Funkan-  
10 tenne und elektronischer Auswerteeinrichtung,  
wobei das magneto-sensitive Element (12) mit wenigstens  
einer der Oberflächenwellenstrukturen (26) gekoppelt ist, und  
der Sender zur Funkaussendung eines Abfrageimpulses  
(300) und der Empfänger mit seiner Auswerteeinrichtung zum  
15 Funkempfang und zur Auswertung einer vom augenblicklichen Ma-  
gnetfeld (B) der Hochspannungseinrichtung (1) beeinflussten  
Änderung der Impulsantwort (310) der Oberflächenwellenanord-  
nung ausgebildet sind.
- 20 2. Stromwandler nach Anspruch 1, bei dem das magneto-sensitive Element ein magneto-resistives Element (12) ist, das  
elektrisch mit einer (26) der Oberflächenwellenstrukturen  
verbunden ist.
- 25 3. Stromwandler nach Anspruch 2,  
bei dem das magneto-resistive Element eine Feldplatte ist.
4. Stromwandler nach Anspruch 2,  
bei dem das magneto-resistive Element eine Wismuthspirale  
30 ist.
5. Stromwandler nach Anspruch 1,  
bei dem das magneto-sensitive Element eine spannungsabhängige  
Impedanz (VDX) und eine Schalteneinrichtung (1126) ist, die  
35 elektrisch mit einer transformatorischen Ringkernwicklung  
(104) verbunden sind, wobei die spannungsabhängige Impedanz  
mit einer ersten Oberflächenwellenstruktur (26) und die

16

Schalteneinrichtung mit einer zweiten Oberflächenwellenstruktur (126) der Oberflächenwellenanordnung (21) als jeweilige elektrische Abschlüsse der Oberflächenwellenstrukturen (26,126) elektrisch verbunden sind.

5

6. Stromwandler nach Anspruch 1,  
bei dem das magneto-sensitive Element eine Gleichrichter-Brückenschaltung (105) und eine Schalteneinrichtung (107), die mit einer transformatorischen Ringkernwicklung (104) 10 elektrisch verbunden sind, ist, wobei die Gleichrichterschaltung mit einer ersten Oberflächenwellenanordnung (26) und die Schalteneinrichtung mit einer zweiten Oberflächenwellenstruktur (126) der Oberflächenwellenanordnung als jeweilige elektrische Abschlüsse dieser Oberflächenwellenstrukturen elektrisch verbunden sind.  
15

7. Stromwandler nach Anspruch 1,  
bei dem das magneto-sensitive Element eine magneto-striktives Element ist, das auf/an einem Substrat (22) der Oberflächenwellenanordnung (21) vorgesehen ist.  
20

8. Stromwandler nach Anspruch 7,  
bei dem das magneto-striktive Element eine auf dem Substrat (22) vorgesehene Schicht (43) ist.  
25

9. Stromwandler nach Anspruch 7,  
bei dem das magneto-striktive Element eine Trägerplatte (122) ist, die mit dem Substrat (22) fest verbunden ein magneto-sensitive Struktions-Biegeelement bildet.  
30

10. Stromwandler nach Anspruch 10,  
bei dem auf einem magneto-striktiven Substratmaterial eine piezoelektrische Schicht für die Oberflächenwellenanordnung vorgesehen ist.  
35

11. Stromwandler nach einem der Ansprüche 1 bis 10,

17

bei dem die Oberflächenwellenanordnung (21) ein Oberflächenwellen-Resonatorfilter ist. Figur 8

12. Stromwandler nach einem der Ansprüche 1 bis 10,  
5 bei dem die Oberflächenwellenanordnung eine modengekoppelte Anordnung ist (Figur 7).
13. Stromwandler nach einem der Ansprüche 1 bis 10,  
10 bei dem die Oberflächenwellenanordnung (21) eine Laufzeitleitung ist.
14. Stromwandler nach einem der Ansprüche 1 bis 10,  
ausgeführt als eine Anordnung mit einer Einrichtung, die ein  
15 dem Magnetfeld des zu messenden Stromes überlagertes Gleich-Magnetfeld (N/S) zur Arbeitspunktverschiebung umfaßt.  
(Figur 1)
15. Stromwandler nach Anspruch 14,  
bei dem zwei Stromwandlereinrichtungen mit jeweils einer solchen Einrichtung mit dem Magnetfeld des zu messenden Stromes überlagertem Gleich-Magnetfeld (N/S) vorgesehen ist, wobei  
20 das Gleich-Magnetfeld der einen Stromwandlereinrichtung, bezogen auf das zu messende Magnetfeld, dem Gleich-Magnetfeld der anderen Stromwandlereinrichtung entgegengesetzt polarisiert ist zwecks Arbeitspunktverschiebung in jeweils zueinander entgegengesetzter Richtung. (Figur 2)
16. Stromwandler nach einem der Ansprüche 1 bis 15,  
der in ein Hochspannungs-/Mittelspannungskabel eingebaut ist.  
30 (Figur 3)
17. Stromwandler nach Anspruch 16,  
der in ein koaxiales Kabel (30) eingebaut ist, wobei für die Ein-/Auskopplung des Funksignals ein (jeweiliger) Schlitz  
35 (35, 35') im koaxialen Leiter des Kabels vorgesehen ist.
18. Stromwandler nach Anspruch 17,

18

bei dem das Funksignal über eine im Rohrleiter des Kabels  
sich ausbreitende Hohlleiterwelle zu-/abgeführt ist.

1 / 10

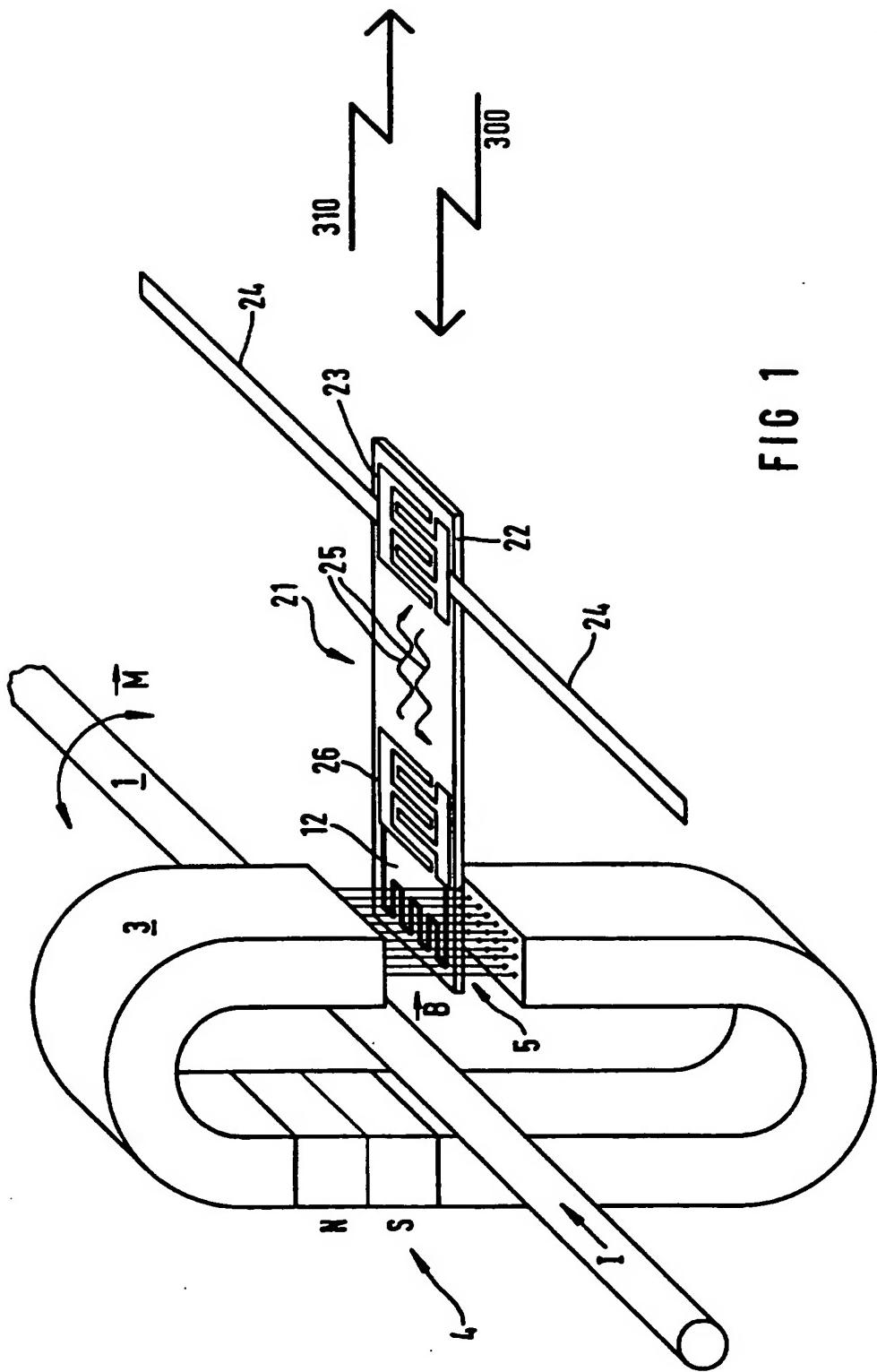


FIG 1

2 / 10

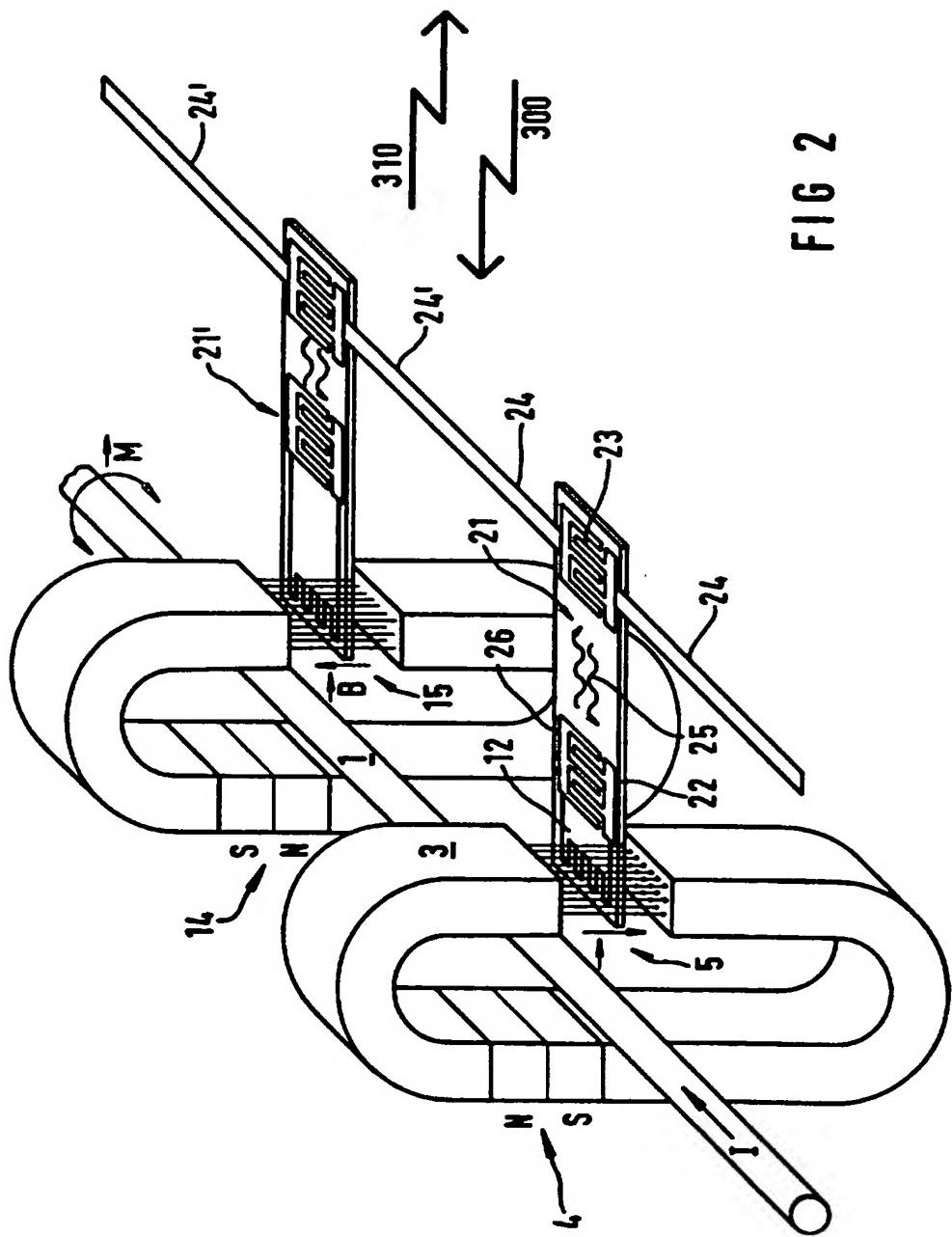


FIG 2

3 / 10

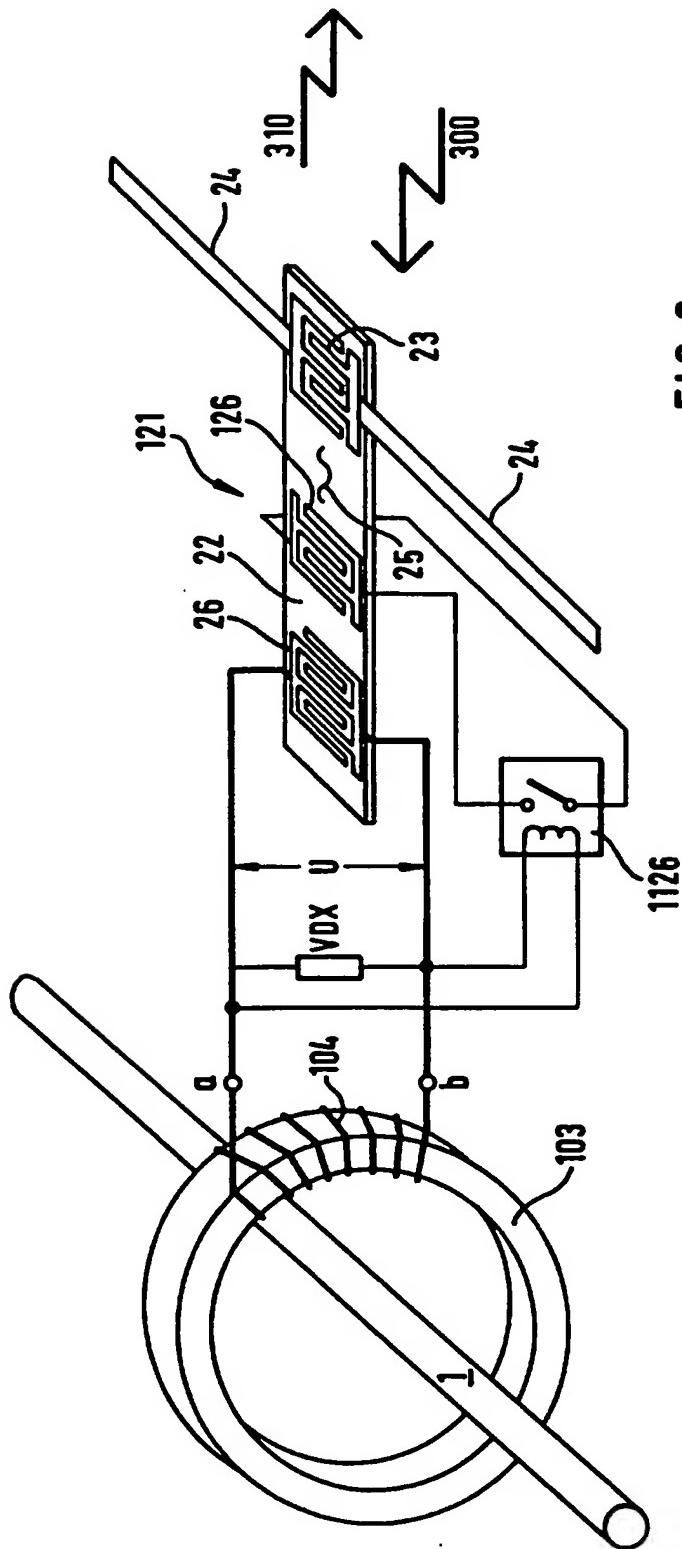


FIG 3

4 / 10

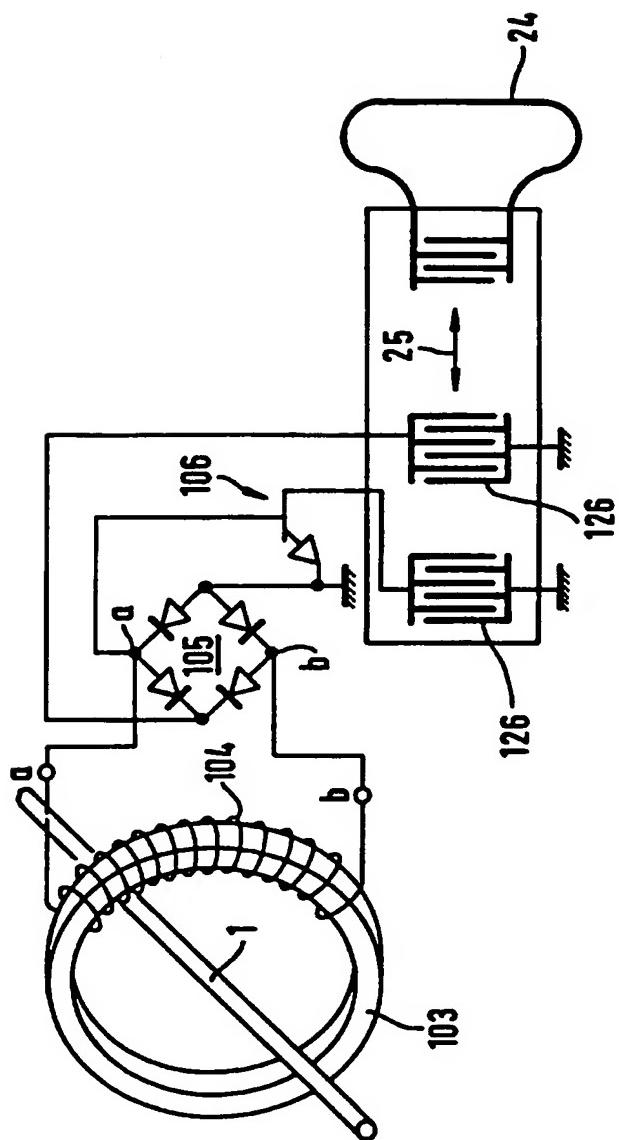


FIG 3a

5 / 10

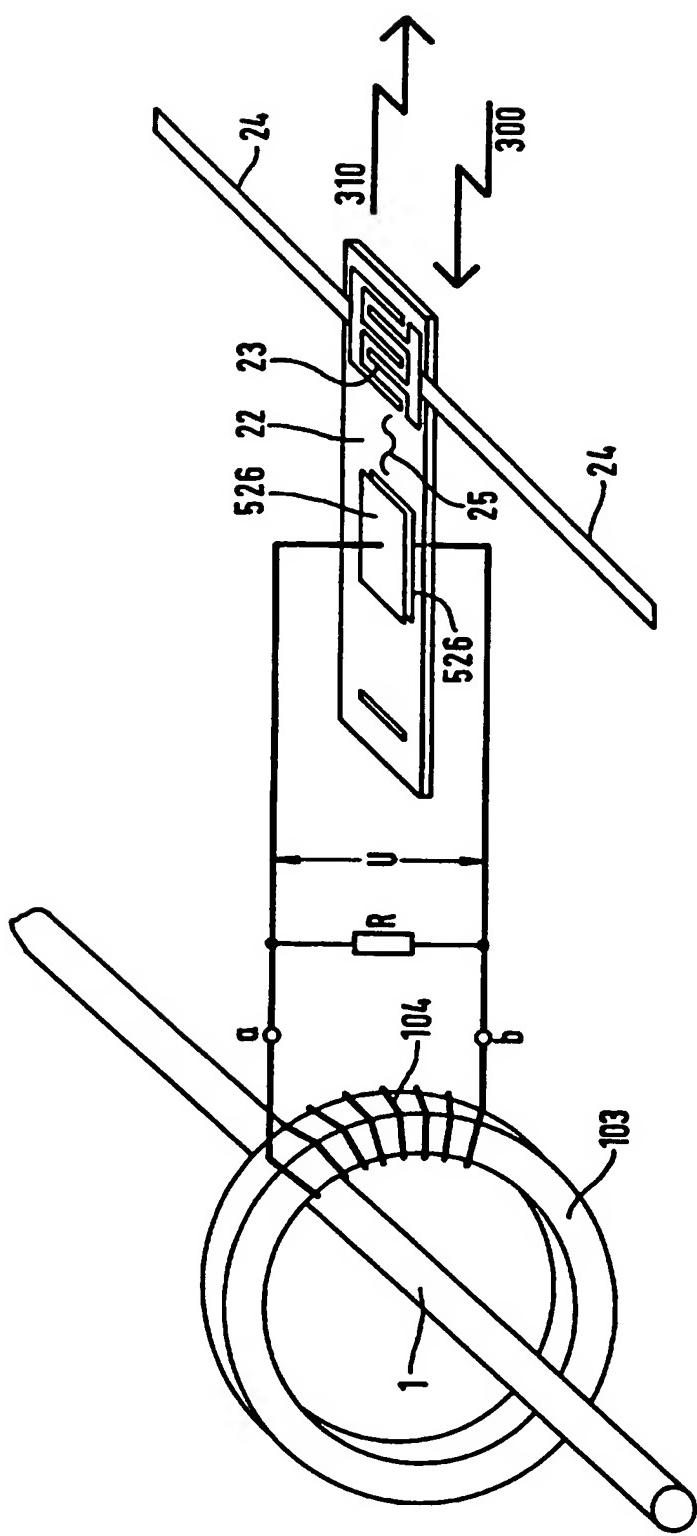


FIG 4

6 / 10

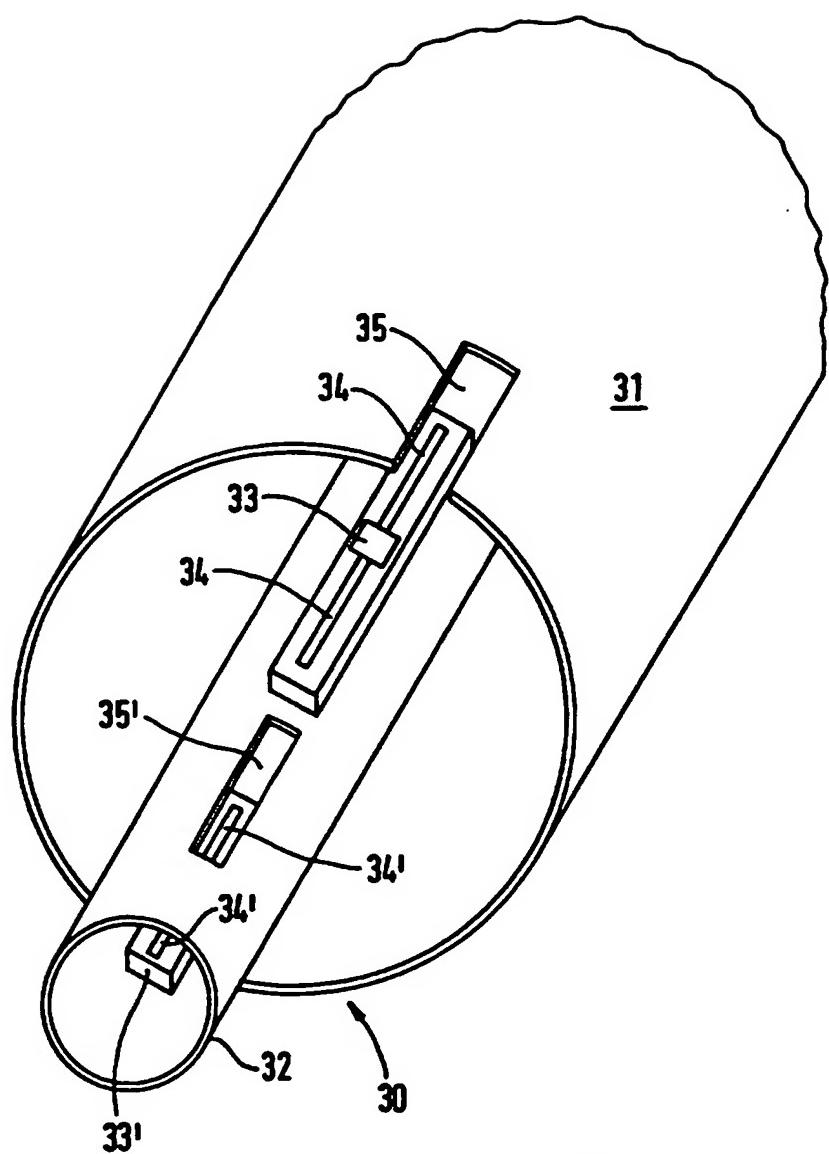


FIG 5

7 / 10

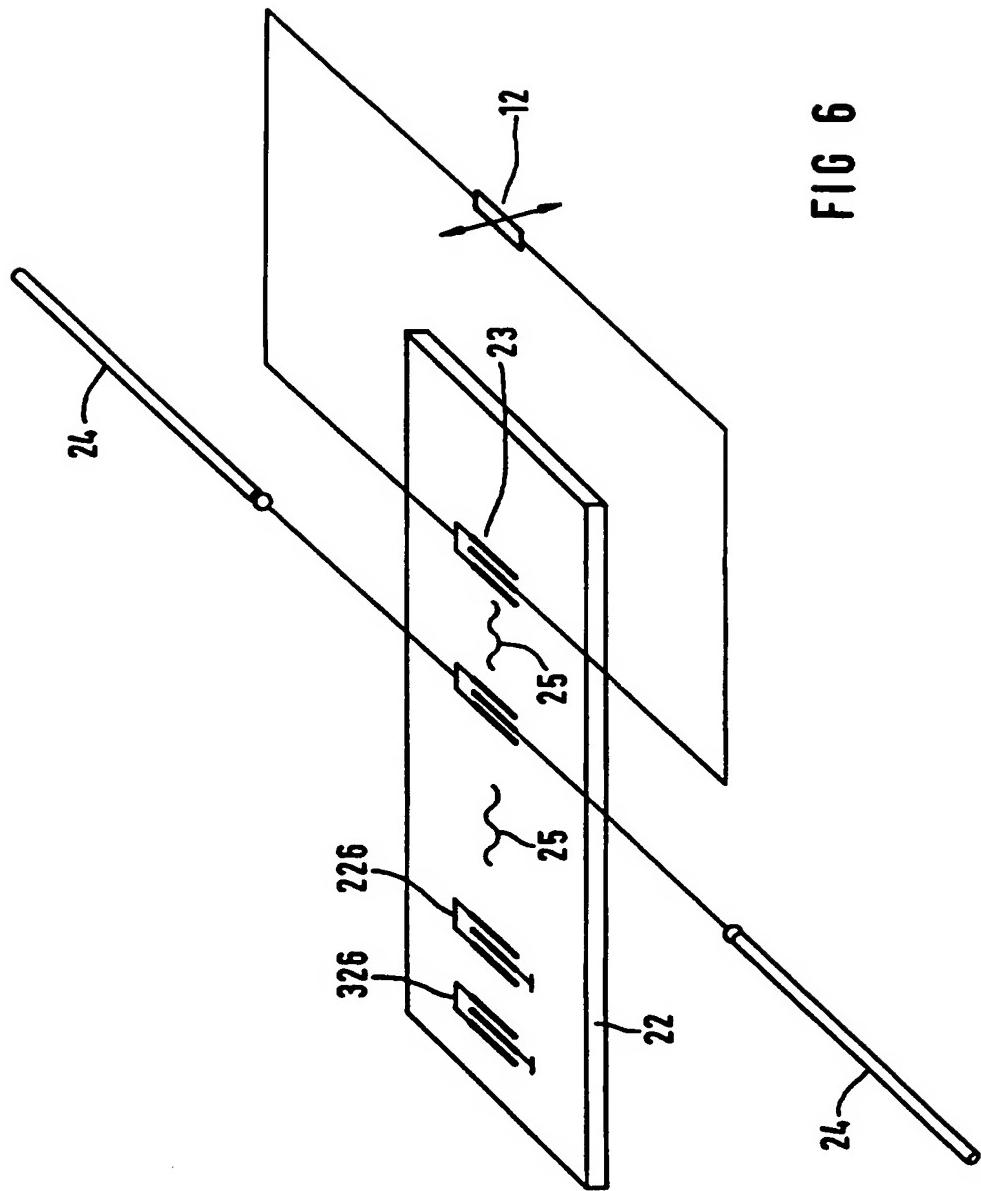


FIG 6

8 / 10

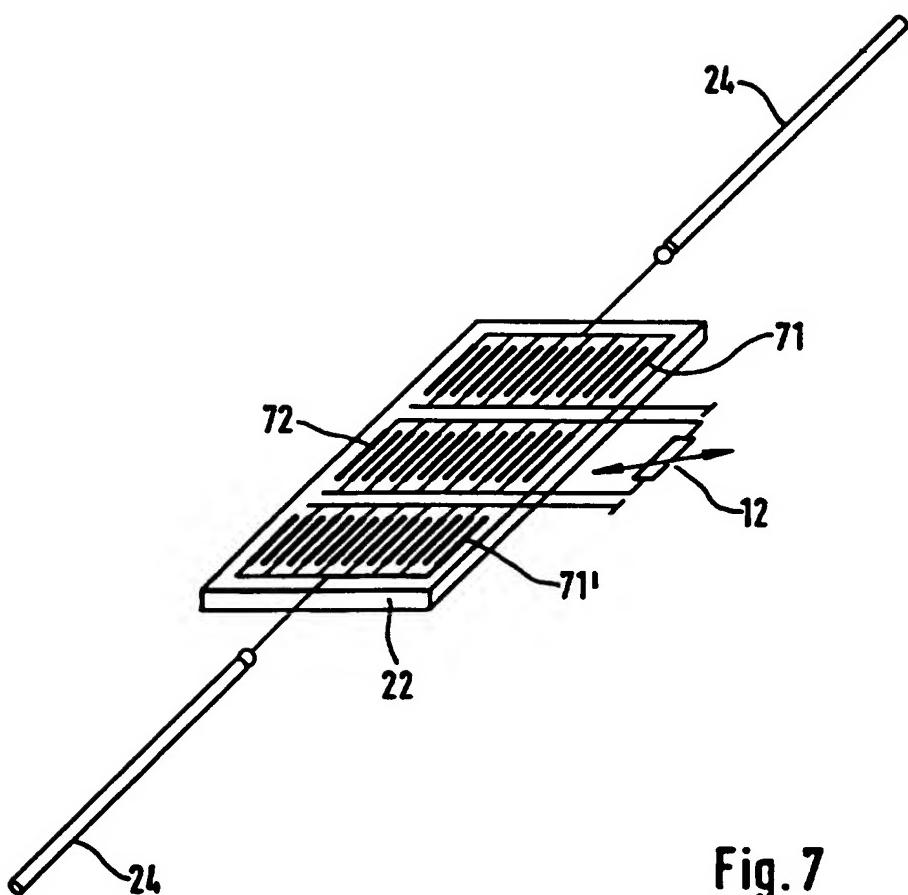


Fig. 7

9 / 10

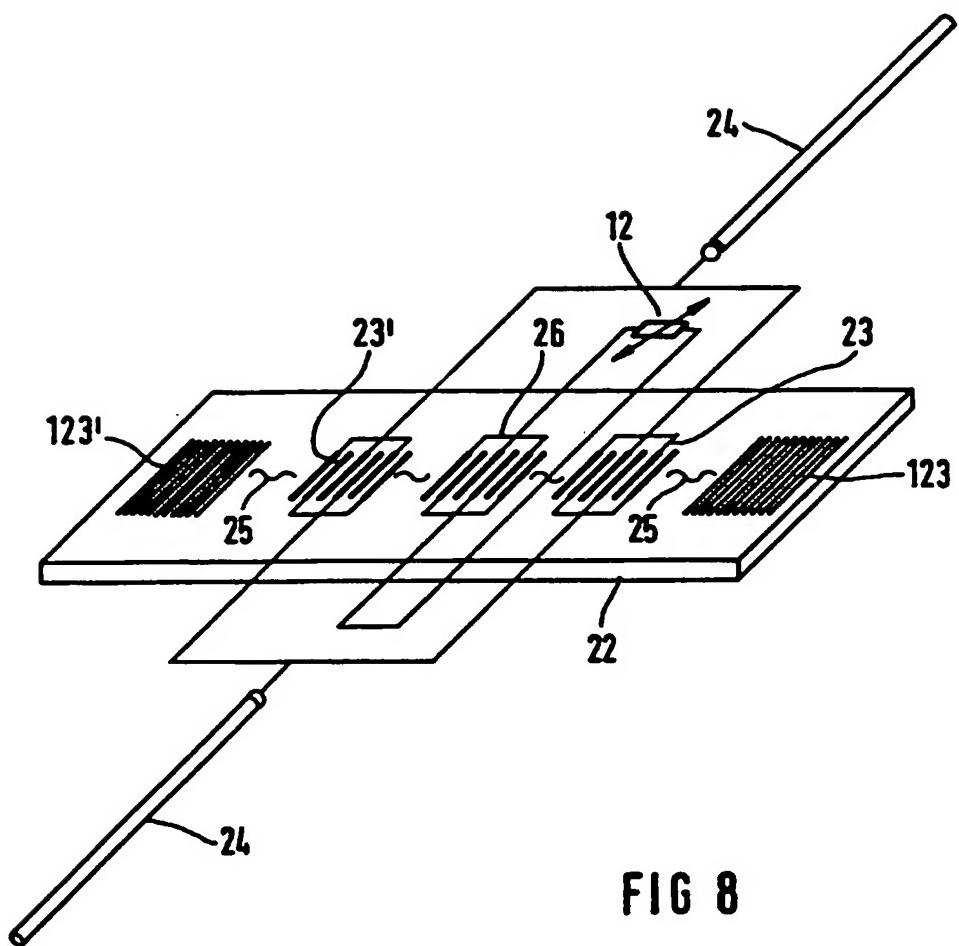


FIG 8

10 / 10

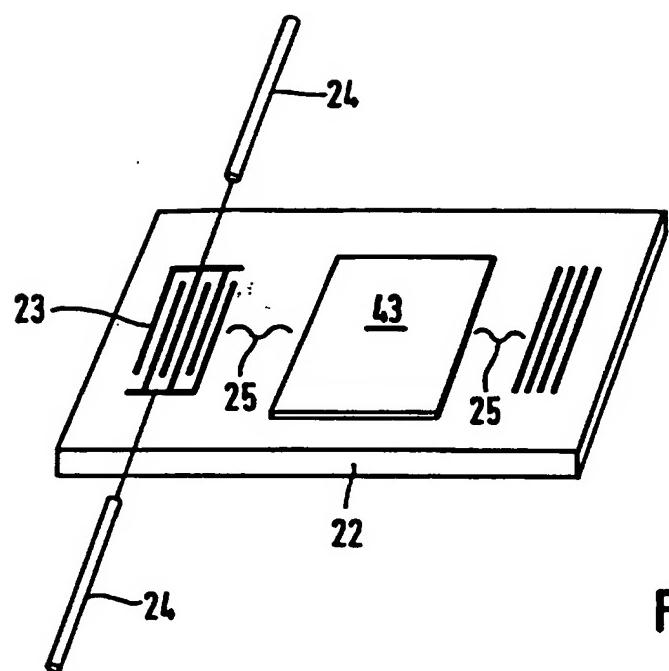


FIG 9

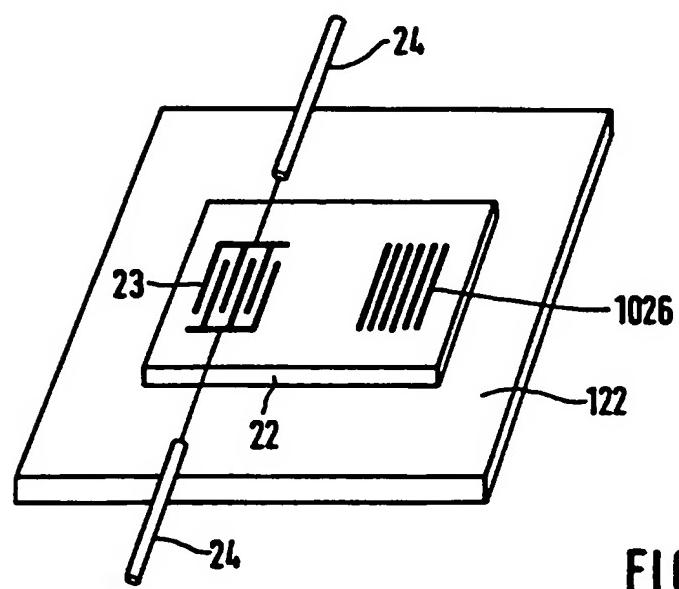


FIG 10

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No  
PCT/DE 96/00664

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**  
IPC 6 G01R15/20

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

**B. FIELDS SEARCHED**

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
IPC 6 G01R

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	DE,A,19 40 614 (SIEMENS AG) 11 February 1971 see claim 1; figures 1,2 ---	1
Y	EP,A,0 166 065 (CONSIGLIO NAZIONALE DELLE RICERCHE) 2 January 1986 cited in the application see figure 1 ---	1
A	EP,A,0 465 029 (SCHLUMBERGER INDUSTRIES LIMITED) 8 January 1992 cited in the application see claim 1 ---	1
A	DE,A,30 39 679 (LGZ LANDIS & GYR ZUG AG) 8 April 1982 see figure 1 ---	1
	-/-	

Further documents are listed in the continuation of box C.

Patent family members are listed in annex.

\* Special categories of cited documents :

- 'A' document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- 'E' earlier document but published on or after the international filing date
- 'L' document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- 'O' document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- 'P' document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- 'T' later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- 'X' document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- 'Y' document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
- '&' document member of the same patent family

3

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
30 July 1996	26.08.96
Name and mailing address of the ISA European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+ 31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl. Fax: (+ 31-70) 340-3016	Authorized officer  Hoornaert, W

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No  
PCT/DE 96/00664

## C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	EP,A,0 264 612 (SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT BERLIN UND MUNCHEN) 27 April 1988 see figure 1 -----	1

3

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

Information on patent family members

International Application No

PCT/DE 96/00664

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)		Publication date
DE-A-1940614	11-02-71	CH-A-	519723	29-02-72
		FR-A-	2056566	14-05-71
		US-A-	3675123	04-07-72
EP-A-166065	02-01-86	NONE		
EP-A-465029	08-01-92	GB-A-	2246433	29-01-92
		JP-A-	4232430	20-08-92
		US-A-	5286109	15-02-94
DE-A-3039679	08-04-82	CH-A-	649386	15-05-85
EP-A-264612	27-04-88	DE-A-	3775165	23-01-92
		JP-B-	7007023	30-01-95
		JP-A-	63095363	26-04-88
		US-A-	5105146	14-04-92

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

b. nationales Aktenzeichen  
PCT/DE 96/00664

A. KLASIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES  
IPK 6 G01R15/20

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole )  
IPK 6 G01R

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
Y	DE,A,19 40 614 (SIEMENS AG) 11.Februar 1971 siehe Anspruch 1; Abbildungen 1,2 ---	1
Y	EP,A,0 166 065 (CONSIGLIO NAZIONALE DELLE RICERCHE) 2.Januar 1986 in der Anmeldung erwähnt siehe Abbildung 1 ---	1
A	EP,A,0 465 029 (SCHLUMBERGER INDUSTRIES LIMITED) 8.Januar 1992 in der Anmeldung erwähnt siehe Anspruch 1 ---	1
A	DE,A,30 39 679 (LGZ LANDIS & GYR ZUG AG) 8.April 1982 siehe Abbildung 1 ---	1
		-/-

Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

Siehe Anhang Patentfamilie

- \* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :
- "A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist
- "E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist
- "L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)
- "M" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht
- "P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

- "T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundliegenden Prinzips oder der ihr zugrundliegenden Theorie angegeben ist
- "X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung, die beanspruchte Erfahrung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden
- "Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung, die beanspruchte Erfahrung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist
- "&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum der Abschlusses der internationalen Recherche  30.Juli 1996	Absendedatum des internationalen Recherchenberichts  26.08.96
---	---

Name und Postanschrift der Internationale Recherchenbehörde  
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+ 31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax (+ 31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Hoornaert, W

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

In. nationales Aktenzeichen  
PCT/DE 96/00664

## C(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	EP,A,0 264 612 (SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT BERLIN UND MÜNCHEN) 27.April 1988 siehe Abbildung 1 -----	1

3

**INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT**

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

**PCT/DE 96/00664**

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE-A-1940614	11-02-71	CH-A- 519723 FR-A- 2056566 US-A- 3675123	29-02-72 14-05-71 04-07-72
EP-A-166065	02-01-86	KEINE	
EP-A-465029	08-01-92	GB-A- 2246433 JP-A- 4232430 US-A- 5286109	29-01-92 20-08-92 15-02-94
DE-A-3039679	08-04-82	CH-A- 649386	15-05-85
EP-A-264612	27-04-88	DE-A- 3775165 JP-B- 7007023 JP-A- 63095363 US-A- 5105146	23-01-92 30-01-95 26-04-88 14-04-92